

DEUTSCHES  PATENTAMT

## AUSLEGESCHRIFT 1 033 966

K 30379 Ia/46f

ANMELDETAG: 21. NOVEMBER 1956

BEKANNTMACHUNG  
DER ANMELDUNG  
UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 10. JULI 1958

## 1

Die Erfindung betrifft eine Einspritzbrennkraftmaschine mit einem großen Drehzahlbereich und stark veränderlicher Belastung, insbesondere eine Fahrzeugbrennkraftmaschine, mit Aufladung durch einen von einer Abgasturbine angetriebenen Verdichter und mit einer Einrichtung zur Veränderung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates der Abgasturbine zwecks Erzielung einer bestimmten Drehmomentcharakteristik.

Bei Einspritzbrennkraftmaschinen mit einem großen Drehzahlbereich und stark veränderlicher Belastung soll insbesondere im Fahrzeugbetrieb das Drehmoment möglichst über den ganzen Drehzahlbereich mit abnehmender Drehzahl größer werden. Lädt man solche Brennkraftmaschinen mittels eines durch eine Abgasturbine angetriebenen Verdichters auf, so bedarf es im Hinblick darauf, daß der Abgasturbolader an sich den höchsten Ladedruck bei höchster Brennkraftmaschinendrehzahl erzeugt, besonderer Maßnahmen, um auch bei der so aufgeladenen Brennkraftmaschine den vorstehend als erstrebenswert hingestellten bestimmten Drehmomentverlauf sicherzustellen. Bekannt ist es, zu diesem Zweck den Durchtrittsquerschnitt des Leitapparates der Abgasturbine so zu regeln, daß bei einer bestimmten Drehzahl der Brennkraftmaschine der Durchtrittsquerschnitt von einem für eine mittlere Brennkraftmaschinendrehzahl günstigen Maß aus mit abnehmender Brennkraftmaschinendrehzahl verkleinert und mit zunehmender Brennkraftmaschinendrehzahl vergrößert wird. Die Regulierung des Durchtrittsquerschnittes erfolgt dabei so, daß mit abnehmender Brennkraftmaschinendrehzahl die Turbinendrehzahl und damit der Ladedruck nicht in unerwünscht starkem Ausmaß absinken und mit steigender Brennkraftmaschinendrehzahl ein Anstieg der Turbinendrehzahl über die zur Erzielung eines bestimmten höchsten Ladedruckes ausreichende Drehzahl hinaus verhindert wird.

Es sind Einspritzbrennkraftmaschinen bekannt, bei denen die Regulierung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates der Abgasturbine durch Verstellen drehbar gelagerter Leitschaufeln durch ein Gestänge während des Betriebes erfolgt. Diese Art der Steuerung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates weist erhebliche Nachteile auf. Die die Verstellkräfte übertragende Einrichtung ist insbesondere dann, wenn die Verstellung wie bei einer dieser bekannten Maschinen selbsttätig in Abhängigkeit von irgendwelchen Kenngrößen der Brennkraftmaschine erfolgen soll, sehr verwickelt im Aufbau. Sie beeinträchtigt die Übersichtlichkeit der Anlage und erhöht deren Störanfälligkeit. Auch ist es schwierig, die Drehachsen der heißen Leit-

## Einspritzbrennkraftmaschine

Anmelder:

Klöckner-Humboldt-Deutz  
Aktiengesellschaft,  
Köln-Deutz, Mülheimer Str. 149

Georg Oberländer, Köln-Riehl,  
Dipl.-Ing. Friedrich Homola, Köln-Dellbrück,  
und Dipl.-Ing. Paul Tholen, Bensberg bei Köln,  
sind als Erfinder genannt worden

## 2

schaufeln so zu lagern, daß auch nach längerer Betriebszeit weder ein unzulässiges Spiel in den Lagern festzustellen ist noch letztere fest werden. Meist wird man auch ohne eine besondere Kühlung der Lager nicht auskommen, sofern mit normalen Mitteln geschmiert werden soll. Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine weist insofern eine wesentlich einfachere und vorteilhaftere Steuerung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates der Abgasturbine auf als zur temperaturabhängigen Verformung des durchströmten Querschnittes des Leitapparates, dessen Schaufeln ganz oder teilweise aus Bimetall bestehen und sich temperaturabhängig im Profil verformen. Eines komplizierten Übertragungsgerätes für die Verstellung bedarf es hierbei nicht. Die Verformung der Schaufeln und damit die Veränderung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates kann durch Beeinflussung der Schaufeltemperatur gesteuert werden, in Ausgestaltung der Erfindung bei Fahrzeugbrennkraftmaschinen in an sich bei einer Maschine mit mechanischer Verstellung der Leitschaufeln des Leitapparates der Abgasturbine bekannter Weise beispielsweise so, daß der Durchtrittsquerschnitt des Leitapparates mit steigender Brennkraftmaschinendrehzahl größer wird. Es ist an sich bekannt, bei Strömungsmaschinen für den Aufbau von Schaufeln Bimetall zu verwenden. Im besonderen bekannt ist ein Ventilator, dessen Flügel aus verschiedenen Metallen mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zusammengesetzt sind und in Abhängigkeit von der Temperatur der Umgebungsluft mehr oder weniger Luft schöpfen.

809 560/240

Bei Brennkraftmaschinen mit einer Abgastemperaturcharakteristik gemäß dem Schaulinienbild nach Abb. 1, d. h. bei solchen Maschinen, bei denen, wie in dem Schaulinienbild gestrichelt angedeutet, bei konstantem Drehmoment mit steigender Maschinendrehzahl die Abgastemperatur erheblich ansteigt, können zur Lenkung der Verformung der Leitschaufeln die Änderungen der Abgastemperatur ausgenutzt werden. Genügen diese Temperaturänderungen nicht zur Verformung der Leitschaufeln in dem erforderlichen Ausmaß, so können diese mit Hilfe einer geeigneten, an sich bereits vorgeschlagenen Kühleinrichtung im Sinne einer Verstärkung der durch die Abgastemperaturänderungen erreichbaren Verformung gekühlt werden. Die zusätzliche Kühlung muß in diesem Falle so eingerichtet sein, daß mit abnehmender Maschinendrehzahl stärker gekühlt wird.

Bei solchen Maschinen, bei denen, wie in dem Schaulinienbild gemäß Abb. 2 veranschaulicht, die Abgastemperatur bei konstantem Drehmoment und steigender Maschinendrehzahl nur unerheblich steigt, erfolgt im Rahmen der Erfindung die Lenkung der Verformung der Leitschaufeln ausschließlich unter Einwirkung eines diesen zugeführten Kühlmittels.

In weiterer Durchbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, die Kühlmittelführung so einzurichten, daß sich die Menge und/oder Temperatur des Kühlmittels in Abhängigkeit von einer Kenngröße der Brennkraftmaschine oder des Abgasturboladers oder in Abhängigkeit von mehreren Kenngrößen zwangsläufig ändern.

Als Kühlmittel kann Luft verwendet werden, wobei diese zweckmäßig dem von der Abgasturbine angetriebenen Verdichter entnommen wird. Es sind zwei Gasturbinenanlagen bekannt, bei denen dem Verdichter auf der Druckseite Luft zur Kühlung der Laufschaufeln der Turbinen entnommen wird.

Während bei einer Maschine mit einer Abgastemperaturcharakteristik nach Abb. 1 eine Einrichtung zur Regelung der Luftzufuhr zu den Leitschaufeln erforderlich ist, kommt man bei Maschinen mit einer Abgastemperaturcharakteristik nach Abb. 2 unter Ausnutzung der Ladecharakteristik, gemäß der bei abnehmender Ladedrehzahl der Kühlluftanfall geringer wird, ohne eine solche Regeleinrichtung aus.

Die Leitschaufeln können im Rahmen der Erfindung jeden geeigneten Aufbau besitzen, beispielsweise, wie an sich bereits vorgeschlagen, aus einem im Turbinengehäuse fest eingespannten profilierten Kopf bestehen, an dem abströmseitig frei bewegliche Wandungen aus auf Saug- und Druckseite des Profils verschiedenen, in ihrer Wärmedehnung unterschiedlichen Werkstoffen befestigt sind. In Ausgestaltung der Erfindung sind hierbei die Wandungen als Bimetallzunge ausgebildet. Die Leitschaufelköpfe können hohl sein und zur Kühlluftführung dienen. In den Fällen, in denen die verformende Wirkung der Temperaturveränderung der Abgase noch verstärkt werden soll, wird in weiterer Durchbildung der Erfindung vorgeschlagen, die Leitschaufeln der Abgasturbine, wie an sich bei Laufschaufeln einer Gasturbine bekannt, mit Austrittsöffnungen für Kühlluft zu versehen, wobei diese Öffnungen jedoch so angeordnet sind, daß die austretende Kühlluft am Bimetallteil der Leitschaufeln entlang abströmt. Die Schaufeln können hierbei aus Bimetallblech gebogen sein, wobei es zweckmäßig ist, die Kante des zur Bildung des hohlen Schaufelkopfes umgebogenen vorderen Endes des Bimetallbleches wieder an das

Schaufelblech heranzuführen, so daß eine an sich bei nicht aus Bimetall bestehenden Laufschaufeln einer Gasturbine bekannte spaltförmige Austrittsöffnung für die durch den Schaufelkopf zuströmende Kühlluft entsteht.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine dargestellt.

Abb. 1 und 2 zeigen vorstehend bereits besprochene Schaulinienbilder;

Abb. 3 zeigt eine Brennkraftmaschine in Draufsicht auf eine Stirnseite;

Abb. 4 stellt vergrößert einen Schnitt nach der Linie IV-IV durch das Einlaufgehäuse der an der Maschine nach Abb. 3 vorgesehenen Abgasturbine dar; in den

Abb. 5 bis 8 sind beispielsweise verschiedene Ausführungen von Leitschaufeln für eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine dargestellt.

Die in Abb. 3 dargestellte, mit 1 bezeichnete Einspritzbrennkraftmaschine ist mit einem aus einem Verdichter 2 und einer diesen antreibenden Abgasturbine 3 bestehenden Abgasturbolader ausgerüstet. Die Brennkraftmaschine besitzt eine Abgastemperaturcharakteristik gemäß dem Schaulinienbild nach Abb. 1. Zwecks Erzielung einer bestimmten, den Erfordernissen des Fahrzeugbetriebes gerecht werdenden Drehmomentcharakteristik wird der Ladeluftleitung 4 an der Stelle 5 Luft entnommen und nach Passieren einer selbsttätig in Abhängigkeit von der Maschinenbelastung den Durchstrom regelnden Einrichtung 6 durch eine Leitung 7 an der Stelle 8 in das Einlaufgehäuse der den Verdichter 2 antreibenden Abgasturbine 3 geführt. Innerhalb des Einlaufgehäuses wird die gegenüber den Abgasen wesentlich kältere Luft zur Kühlung der sich temperaturabhängig im Sinne der Erzielung der gewünschten Charakteristik verformenden Leitschaufeln verwendet.

Abb. 4 zeigt den Aufbau des Leitapparates der Abgasturbine 3 der in Abb. 3 dargestellten Brennkraftmaschine im Schnitt. Bei a und b treten, wie durch Pfeile angedeutet, die Abgase in das Einlaufgehäuse 9 ein und werden durch feststehende Schaufeln 10 der Beschaufelung des Laufrades 11 zugeleitet. Die Leitschaufeln 10 bestehen aus in das gewünschte Profil gebogenen Bimetallblechen. Die Schaufelköpfe sind fest im Gehäuse eingespannt, während die Schaufelenden in einer Ebene senkrecht zur Turbinenachse frei verschwenkbar sind und ihre Schwenklage temperaturabhängig ändern. Die Beeinflussung der Temperatur der Schaufelenden bei 8 in das Einlaufgehäuse 9 eingeführte Luft tritt zunächst in einen in das Gehäuse 9 eingearbeiteten Ringkanal 12 ein, mit dem die Hohlräume aller Leitschaufelköpfe in ständiger Verbindung stehen. Aus den Köpfen heraus strömt die Luft durch einen an jeder Leitschaufel bei der Herstellung belassenen Spalt 13 aus und an den Schaufelenden entlang ab. Die Leitschaufeln 10 sind im Hinblick auf die Bimetallwirkung so aufgebaut, daß sich die Schaufelenden mit zunehmender Temperatur strecken und dabei den Durchtrittsquerschnitt des Leitapparates vergrößern. Befinden sich die Schaufelenden bei einer bestimmten Temperatur beispielsweise in der Lage, in der sich der Abströmwinkel  $\alpha$  ergibt, so schwanken sie bei einer Temperaturabnahme, hervorgerufen durch Absinken der Abgastemperatur und/oder durch Beaufschlagung mit Kühlluft, aus den Schaufelköpfen heraus in die bei zwei Leitschaufeln gestrichelt eingezeichnete Lage, der ein gegenüber  $\alpha$  kleinerer Abströmwinkel  $\alpha'$  entspricht.

In Abb. 5 ist eine der bei der Maschine nach Abb. 3 verwendeten Leitschaufel groß herausgezeichnet.

Abb. 6 zeigt eine andere, ebenfalls ganz aus Bimetallblech hergestellte Leitschaufel, bei der jedoch das den Schaufelkopf formende Ende des Bleches so 5 umgebogen ist, daß sich der Austrittsspalt 14 für die das Schaufelende kühlende Luft an der Oberseite des Profils befindet. Diese Ausführungsform ist bestimmt für eine Brennkraftmaschine mit einer Abgastemperaturcharakteristik gemäß Abb. 2. Da sich bei 10 solchen Maschinen bei konstantem Drehmoment die Abgastemperatur bei Drehzahländerungen nur wenig ändert, ist man bezüglich der Lenkung der Verformung der Leitschaufeln allein auf die den letzteren zugeführte Kühlluft angewiesen. Entnimmt man die 15 Kühlluft dem Ladeverdichter, so steht sie mit steigender Drehzahl in größerer Menge und mit höherem Druck zur Verfügung. Dies bedeutet, daß die Schaufeln so aufgebaut sein müssen, daß die Schaufelenden bei Temperaturänderungen genau entgegengesetzt 20 ausschwenken wie die Leitschaufeln der Maschine gemäß den Abb. 3 und 4. Steigt die Schaufeltemperatur mit abnehmender Maschinendrehzahl infolge geringerer Kühlung, so strecken sich die Schaufelenden im Sinne der Erfindung in die gestrichelt ange- 25 deutete, einem größeren Abströmwinkel entsprechende Lage.

Die Schaufeln gemäß Abb. 7 und 8 entsprechen in ihrem Verhalten bei Temperaturänderungen grundsätzlich den Schaufeln nach Abb. 5 bzw. 6, sind jedoch anders aufgebaut. Beide besitzen Köpfe in Gestalt eines fest im Einlaufgehäuse eingespannten 30 Holmes 15 bzw. 16. In den Holmen sind die zum Transport der Kühlluft erforderlichen Hohlräume 17 bzw. 18 und Ausströmkäule 19 bzw. 20 vorgesehen. 35 Grundsätzlich ist die Kühlluft genauso geführt wie bei den Schaufeln nach den Abb. 5 und 6. Die Schaufelenden 21 und 22 sind als Bimetallstreifen ausgebildet und an den Holmen 15 und 16 frei schwenkbar befestigt. 40

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Einspritzbrennkraftmaschine mit einem großen Drehzahlbereich und stark veränderlicher Belastung, insbesondere eine Fahrzeugbrennkraftmaschine, mit Aufladung durch einen von einer Abgasturbine angetriebenen Verdichter und mit einer Einrichtung zur Veränderung des Durchtrittsquerschnittes des Leitapparates der Abgasturbine zwecks Erzielung einer bestimmten Drehmomentcharakteristik, dadurch gekennzeichnet, daß zur temperaturabhängigen Veränderung des durchströmten Querschnittes des Leitapparates dessen Schaufeln, wie an sich bekannt, ganz oder teilweise aus Bimetall bestehen und sich temperaturabhängig im Profil verformen. 50

2. Fahrzeugbrennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchtrittsquerschnitt des Leitapparates in an sich bekannter Weise mit steigender Brennkraftmaschinendrehzahl größer wird. 55

3. Einspritzbrennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgastemperaturänderungen zur Verformung der Leitschaufeln ausgenutzt werden. 60

4. Einspritzbrennkraftmaschine nach Anspruch 3 mit zur Lenkung der Leitschaufelverformung vor-

gesehenen Kühleinrichtungen für die Schaufelwandungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln im Sinne einer Verstärkung der durch die Abgastemperaturänderungen erreichbaren Verformung gekühlt werden.

5. Einspritzbrennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2 mit zur Lenkung der Verformung der Leitschaufeln vorgesehenen Kühleinrichtungen für die Schaufelwandungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkung der Verformung ausschließlich durch die Bemessung von Menge und/oder Temperatur eines den Schaufeln zugeführten Kühlmittels erfolgt.

6. Einspritzbrennkraftmaschine nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Menge und/oder die Temperatur des Kühlmittels in Abhängigkeit von einer Kenngröße der Brennkraftmaschine oder des Abgasturboladers oder in Abhängigkeit von mehreren Kenngrößen zwangsläufig ändert.

7. Einspritzbrennkraftmaschine nach den Ansprüchen 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel in an sich bekannter Weise dem von der Abgasturbine angetriebenen Verdichter entnommene Luft dient.

8. Einspritzbrennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Schaufeln des Leitapparates der Abgasturbine aus einem im Turbinengehäuse fest eingespannten profilierten Kopf bestehen, an dem abströmseitig frei bewegliche Wandungen aus auf Saug- und Druckseite des Profils verschiedenen, in ihrer Wärmedehnung unterschiedlichen Werkstoffen befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungen als Bimetallzunge ausgebildet sind.

9. Einspritzbrennkraftmaschine nach den Ansprüchen 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufelköpfe mit an sich bekannten Hohlräumen zur Kühlluftführung versehen sind.

10. Einspritzbrennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Leitschaufeln der Abgasturbine aus Blech gebogen sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Blech aus Bimetall besteht.

11. Einspritzbrennkraftmaschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitschaufeln an sich bekannte Austrittsöffnungen für die Kühlluft aufweisen, die jedoch so angeordnet sind, daß die austretende Kühlluft am Bimetallteil der Schaufeln entlang abströmt.

12. Einspritzbrennkraftmaschine nach den Ansprüchen 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kante des zur Bildung des hohlen Schaufelkopfes umgebogenen vorderen Endes des Bimetallbleches wieder an das Schaufelblech so herangeführt ist, daß eine an sich bekannte spaltförmige Austrittsöffnung für die durch den Schaufelkopf zuströmende Kühlluft entsteht.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 559 674;  
französische Patentschriften Nr. 1 018 006, 914 498;  
britische Patentschrift Nr. 586 838;  
USA.-Patentschriften Nr. 2 709 893, 2 618 120.

In Betracht gezogene ältere Patente:  
Deutsches Patent Nr. 961 742.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb.1

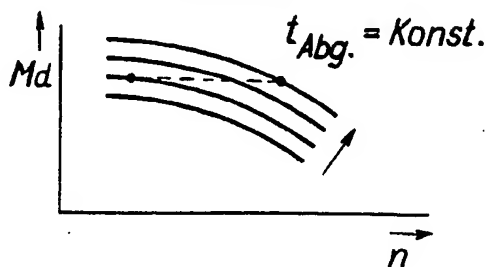


Abb.2

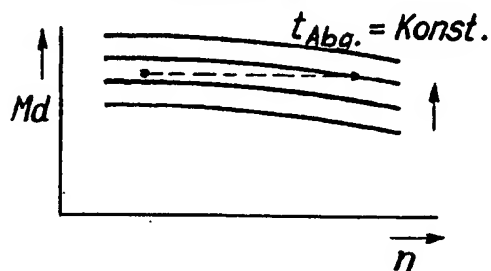


Abb.3

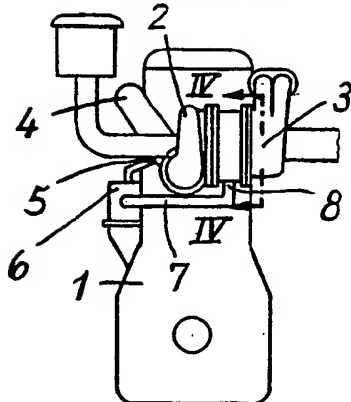


Abb.4

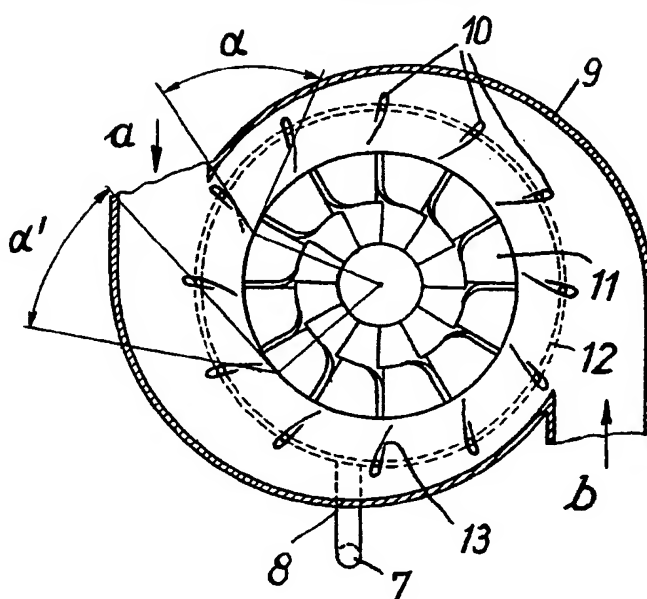


Abb.5



Abb.6



Abb.7

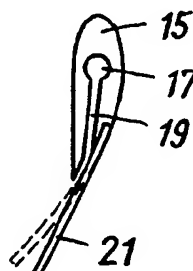


Abb.8

